

# 不停输换管技术在天然气高压管线上的应用

□ 衡阳市天然气有限责任公司(421001) 乌林

**摘 要:** 本文以湘潭—衡阳天然气高压管道改造实践为例,从施工前期准备、施工组织与技术要求、施工作业流程、作业步骤、应急准备及紧急事态处置等5个方面介绍了天然气输气管道不停输开孔、封堵、换管技术应用情况,并指出了施工中应注意的各类问题,为推动不停输换管技术发展提供了宝贵的经验。

**关键词:** 天然气高压管道 不停输 换管技术 应用

## 1 项目概况

近几年,随着衡阳城市建设的快速发展,配套的燃气管网辐射范围不断扩大。同时,原理设在城市郊区及县区非城镇规划区的高压管线所在位置,变成了城镇开发区,迁移、改造燃气城网变成了一项大工程。湘潭—衡阳天然气输气管道是中油新兴能源产业集团投资建设的国家西气东输重点工程,总长138km,于2006年8月正式投产供气,肩负着向沿线城市和衡阳市输送供应天然气的重任。2009年,衡阳市政府规划新建内环北路,由于道路宽度和标高涉及到天然气输气管线,市政府要求将内环北路段近500m $\Phi$ 457,压力为3.0MPa的燃气管线进行改线(见图1),以确保市政建设顺利进行。但迁移管线,停输改道,放散管道内天然气,将影响上、下游用户的正常生产和生活,并损失大量的天然气,造成经济损失。因此,原有的停供后接驳作业方式已经不适应当前公司优质化服务要求,提高作业效率,引入新的施工技术是十分必要和迫切。不停输带压开孔、封堵、换管施工技术可以解决上述两方面的问题,这一技术既确保了广大用户正常用气,又完整保留了输气管线原来所具备的通球扫线功能,有利于提高生产能力、节约能源。

## 2 前期准备工作

在进行不停输开孔封堵施工作业前,必须做好以下各项准备:

(1) 安全、技术、保障和措施工作落实到位,组织机构和人员分工清晰,职责明确。

(2) 敷设好500m $\Phi$ 457新管线,所有弯管曲率半径大于6D,做好强度、气密性试验和焊缝100%拍片探伤检验合格。

(3) 检验并试运行开孔封堵设备、机具、氧分仪、可燃气体浓度检测仪、取样装置,确认设备、仪器运行性能良好。

(4) 检查施工作业使用的四通管件、阀门、弯管、补偿器等管件的材质资证,所有阀门、弯管、补偿器等管件进行安装前试压检验。

(5) 将施工用电40kW发电机在作业前进行试发电运行,并确认运行状态良好。安装好施工现场防爆照明设备,确保施工照明要求。

(6) 调度备用气源,LPG储备量不低于500t,LNG储备量不低于100t,折成气态天然气量约70万Nm<sup>3</sup>。

(7) 用软管将放散的天然气引出作业坑15m以外,进行天然气放散时,停止运行设备。准备好施工作业用氮气不低于30瓶。

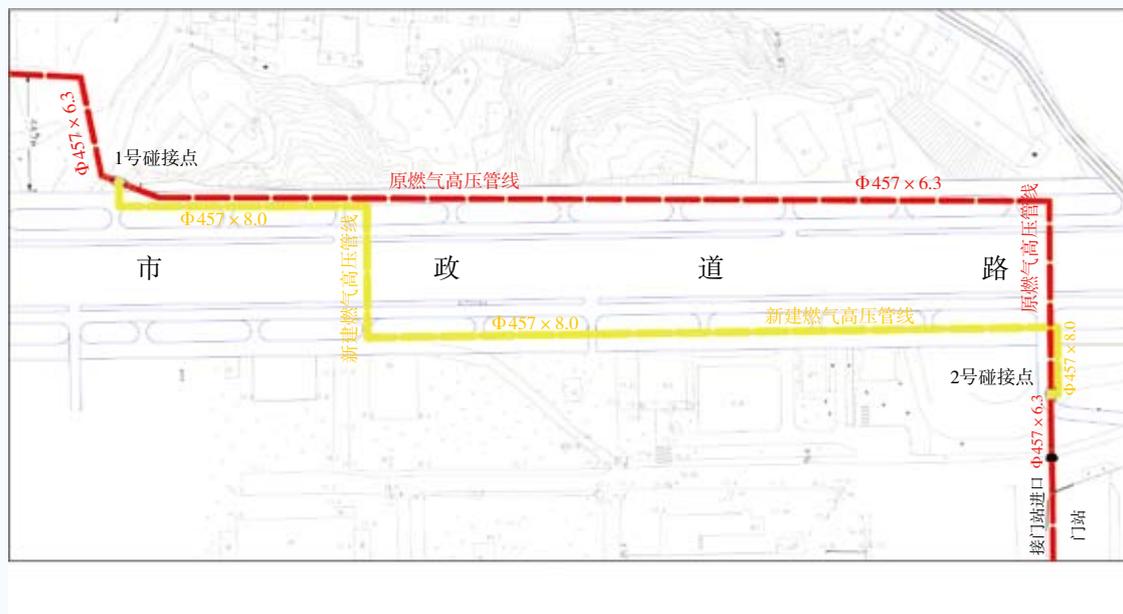


图1 不停输换管作业示意图

注：图中红线为原燃气高压管线，黄线为改线后的燃气高压管线

(8) 应急用消防车、救护车、天然气抢险专用车及抢险救护人员在开孔作业前到达施工现场，划分好现场安全警戒区域，进出车辆实行统一调度和管制，确保交通通畅。

### 3 施工组织及技术要求

#### 3.1 施工组织

(1) 现场指挥组：严格按照要求计划组织、调度和指挥开孔封堵施工作业各项工作，对现场施工作业全面责任；负责备用气源LNG、LPG的准备和生产输配工作，确保备用气源生产系统处于临战状态，加强与现场施工作业相关的消防、安监、施工保障和措施保护等方面的紧密联络和协调，为现场施工作业创造有序、可靠的作业环境。

(2) 施工监理组：严格按技术规程和施工步骤、规定和要求，对施工作业全过程实施监理，履行监理职责；做好施工监理日志，出具监理工作报告，对业主负责；配合监督业主工程师做好现场施工签证，尤其是隐蔽工程签证，做到真实客观；对是否具备动火条件进行严格检验，检验合格方可同意进行动火。

(3) 施工技术工作组：落实作业设备运行情况；负责核实备品备件，材料检测试验，规格，型号，数量

的校对；监督作业人员严格遵守操作规程和作业流程检查上一流程合格后，下一流程作业准备充分后开始下一流程作业；负责作业发生意外情况技术处置措施；提前与市气象局联系，了解局部区域雷雨气象情况。

(4) 现场施工作业组：负责开孔封堵施工作业；负责管道切断和焊接连接等工作。

(5) 安全监护组：核实抢险车辆器具消防器材到位情况，现场安全警戒，作业时跟班值守，作业收工时现场危险源清理。

(6) 后勤保障组：负责现场作业及工作人员后勤保障服务工作；防暑药品，擦伤简易包扎药品的供给；联系意外损伤的医疗救护工作；现场人员调配，通信联络工作。

#### 3.2 施工技术要求

(1) 焊接管件 ①四通管件间距保持在4m-6m，保证足够的作业空间。②焊接四通管件前，须将管道工作段防腐层打磨清除干净，用中砂纸打磨，除锈程度要达到Sa2.5等。③四通管件护板与原管壁间隙在0-2mm之间，上下护板间隙 $\leq 3\text{mm}$ ，找正对中方施焊。④焊条使用前必须进行烘干保温，焊接电流控制在100A-300A之间。⑤焊接完毕后，对焊缝进行渗透检验，并对上、下游四通管件进行压力试验，试验压力为4.0MPa，要求3小时内出具检验结果。

(2) 密封检验 夹板阀和连箱开孔机装好后, 对连箱进行密封检验, 试压介质为氮气, 试验压力为 1.6MPa。

(3) 开孔作业 ①开孔机转速控制在14转/min。②开孔刀具到程控制在开孔操作规程内。

(4) 封堵技术 ①将氮气置入封堵管段内, 压力应控制在0.2 MPa之内, 缓慢通入。②临时旁通管阀门、补偿器压力等级为P16。③注意反复检查封堵设备, 确保封堵筒稳固。

(5) 断管要求 ①断管操作要均匀缓慢, 避免震动, 抖动现象。②断管前必须对管段采取加固稳定措施, 以防断管瞬间产生应力导致切断后管道错位。③组织人员进行全面查漏。

(6) 焊接工艺 ①在实施焊接连管过程中, 要密切关注封堵情况, 并保持源源不断地通入氮气。②新老管线连通后, 保持管内氮气处于正压状态。

(7) 四通管件配件安装 ①内密封板上下有压差, 在连箱中适当补充氮气, 达到压力平衡, 确保安全可靠。②对连箱进行天然气放散后方可拆除夹板阀。

## 4 作业流程及步骤

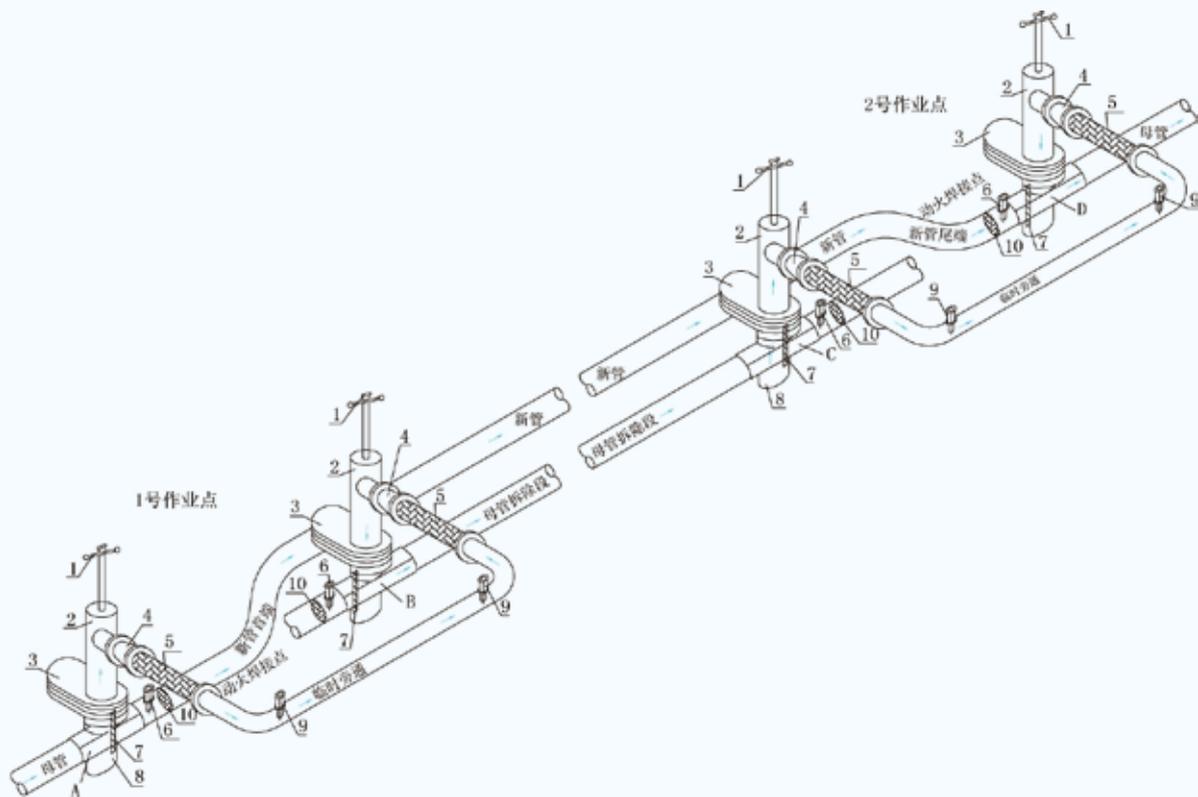
### 4.1 作业流程

输气管道不停输换管作业流程见图2。施工作业采取四点开孔封堵方式, 每两个封堵为一个作业点, 按顺序进行1号和2号作业点的开孔封堵工作。

先对1、2号作业点的两个四通进行开孔作业, 然后关闭夹板阀, 连接两个作业点的临时旁通管, 接通后按顺序封堵两个作业点的开孔四通, 再开通临时旁通管, 保证下游供气不间断, 检查各封堵点严密性, 合格后分别在1、2号点断口, 切除一段后, 封焊(16mm钢板, 内封)旧管端, 按顺序先后连接两个作业点的新旧管线, 组焊好所有焊口。为保证安全, 不要同时对两个作业点组对、焊接。完成根焊后检测单位及时拍片, 如有返修部位, 及时返修, 管线合格方可封闭留在管线上的四通, 拆除临时旁通管。

### 4.2 作业步骤

(1) 焊接安装四通管件。根据施工现场情况, 综合考虑管道布置、走向、地形地貌、农赔征地、施



1-手柄; 2-封堵器; 3-夹板阀; 4-DN200球阀; 5-金属软管; 6-DN50球阀; 7-膨胀筒封堵; 8-四通封堵筒; 9-DN25球阀; 10-气囊

图2 不停输换管作业示意图

工矛盾等因素选择确定施工作业点和四通管件安装位置,然后按选定位置在原天然气管道上依次焊接两个作业点四通管件和4个DN50放散管。

(2) 安装夹板阀和连箱开孔机。先拆卸四通管件端,再安装夹板阀及连箱开孔机。

(3) 开孔作业。安装好夹板阀及连箱开孔机后,进行密封性检验,检验合格再实施开孔作业,开孔作业完毕,回退开孔刀具,关上夹板阀,并放散开孔机连箱中天然气,然后拆除连箱开孔机,完成管道开孔。

(4) 安装连箱封堵器和临时旁通管道。在夹板阀上安装好连箱封堵器,并在两相邻连箱封堵装置之间安装好临时旁通管(管径为 $\Phi 219$ 及阀门和金属软管,以防止管道应力),以便进行封堵时,天然气从旁通管通过,确保天然气畅通。将开启夹板阀至全开状态,并打开旁通管阀门。下降膨胀堵塞筒至四通封堵管件底部对需封堵面进行封堵,此时,两个四通管件之间管段被封堵,天然气从旁通管通过,此时末站应观察压力变化,并与现场指挥保持联系,检查封堵是否严密合格。随后,打开封堵管段上放散阀,放散管段内天然气,再通过橡胶软管将氮气通入封堵管段置换剩余天然气,反复多次,直至经可燃气体浓度检测仪检验合格,确认封堵严密。

(5) 实施断管作业。确认封堵管段封堵严密,无天然气内漏现象后,在不断通入氮气的情况下,采用液压式断管机将封堵管段切断。

(6) 将新 $\Phi 457$ 管线与被封堵管道切断处实施焊接连通。按以上五个步骤完成两个作业点开孔封堵施工作业后,从1号作业点断管处源源不断置入氮气,将新 $\Phi 457$ 管道与被封堵管道实施焊接连接。1号作业点新老管线焊接连接完成后,对2号作业点源源不断置入氮气,将新 $\Phi 457$ 管线与2号作业点原管线实施焊接连接。完成以上作业操作后,新 $\Phi 457$ 管线已与老管线在1号、2号作业点全面连通,继续置入氮气,使新管线保持充满氮气,为下一步天然气进入新管线置换通气做好准备。

(7) 拆除封堵器及置换新管线。首先拆除1号作业点封堵筒,使天然气缓慢进入新 $\Phi 457$ 管道,在2号作业点进行放散,用可燃气体浓度分析仪检验合格后,关闭放散,此时,新 $\Phi 457$ 管线充满天然气。再拆除2号作业点封堵筒,新 $\Phi 457$ 管线与原 $\Phi 457$ 管线

完全贯通,天然气通过新 $\Phi 457$ 管线进行输送。关闭两个作业点临时旁通管道,计划更换的原 $\Phi 457$ 管段(约500m)停止输送天然气。

(8) 通过连箱对四通管件安装内密封板,拆除夹板阀,安装四通管件端盖。

(9) 用氮气置换经封堵更换下来的原 $\Phi 457$ 管段并逐步拆除原 $\Phi 457$ 管道。首先按顺序打开两个作业点旁通管放散阀,将管道内天然气放散液压,再从1号作业点旁通管通入氮气,在2号作业点放散,用可燃气体浓度分析仪检验,确认管道内天然气被完全置换干净。随即拆除临时旁通管,逐步拆除旧 $\Phi 457$ 管道通过连箱对四通管件安装内密封板。

## 5 应急准备及紧急事态处置

(1) 备用气源的准备。为防范于未然,做好充足的备用气源准备,LNG储备量不低于100t,LPG储备量不低于500t。备用LNG、LPG系统随时处于临生产状态。

(2) 管道天然气气量上下游协调调度。将作业点管输压力控制在0.4MPa-0.6MPa。在施工期间,根据上游供应量和下游需求量,辅助以首站阀室调控,将首站阀室—末站段管输天然气压力稳定控制在0.4 MPa-0.6MPa。

(3) 检测管段气体浓度。用氮气置换管道内天然气的过程中和置换完毕后,要间歇式地使用两台可燃气体浓度检测仪相互对照进行检测,检测间隔时间不超过10min,检测仪显示浓度为低档范围内,方可实施动火作业。

(4) 为应对开孔封堵实施断管工程中出现封堵不严造成漏气或其它原因引起的泄漏,防止出现重大事故发生,在开孔封堵实施断管过程中派专人看守,随时做好关闭首站阀室准备,首末站值班人员严密监控压力和流量变化,及时向现场指挥汇报。

(5) 按《安全生产应急组织预案》和《天然气供应应急预案》要求,随时做好启动LNG、LPG备用气源生产输配准备,要求在10分钟之内启动并向城网供气,供气能力17Nm<sup>3</sup>/h。

(6) 施工作业前对施工作业区域进行清场,道路施工停止,附近民房人员疏散,警戒区域不小于20m。

# 浅谈SCADA系统在城市燃气门站输配中的应用

□ 宁夏哈纳斯新能源集团有限公司(750001) 李旭

**摘要:** 本文谨以某新能源集团天然气门站SCADA自控系统的建设和实际应用,对门站燃气输配过程中贸易计量、天然气调峰、压力平衡、系统运营、安全监控等方面的作用进行剖析,以及在下游运行管网中重点监控环节的运行参数掌握和监控,以增强自控系统本身在实际应用中的效力和作用,实现人力资源和智能设备的最优化组合和效率最大化。

**关键词:** 门站 SCADA系统 输配 优化

## 1 国内燃气行业SCADA系统发展现状

随着西气东输一线、二线以及其他国家级天然气输配管网的建设,国内各主要燃气企业如北京、天

津、上海、重庆、武汉、徐州、绍兴等城市都在有计划地推进或完成了燃气门站及城市管网的关键数据采集及监控系统,建立了整个燃气管网和用户的生产调度指挥系统,实现数字化、信息化的可靠的

(7) 要充分考虑和重视施工作业时,一旦出现天然气大流量泄漏可能导致起火对附近电力铁塔和上空高压电缆造成危害的严重后果,要防范于未然,坚决杜绝严重后果发生。①严格按操作规程实施施工作业,禁止瞎指挥、瞎干、蛮干施工行为,坚决杜绝天然气大流量泄漏情况发生。②安全保障和措施保护工作落实到位,防爆轴流风机常开吹扫作业区,作业警戒区域严禁火种,防止可能出现的泄漏演变成起火。③施工作业时,消防车辆及消防官兵临战状态,及时有效地将可能出现泄漏导致起火控制在萌芽状态。④与电力部门联系,告知作业情况,施工作业时万一出现极端情况,要有拉闸断电措施。⑤施工作业时,协调石鼓区政府、市城建投派人到现场,负责做好附近村民和电力部门的协调、联系,配合现场施工作业。

(8) 在施工过程中,万一发生大流量泄漏情况,要立即组织疏散人员,同时紧急通知关闭首站阀

室门并打开放散管进行放散,迅速降压,减少作业点天然气泄漏。同时,消防车控制作业点防止天然气起火,待天然气泄漏量变小后实施处理。

(9) 一旦作业出现紧急情况,措施保障组需积极协调各单位人员全力配合技术组、安全组和保障组对现场进行控制和处置。组织消防人员进行现场扑火救援;组织医务人员进行现场救护;组织人员维持现场秩序;与各政府部门协调善后事宜。

## 6 结论

不停输换管技术可以大幅度减少停供时间和次数,提高工作效能,同时也带来了明显的社会效益和经济效益,减少了置换排气量,保护了生态环境。此项目达到了安全换管、用户平安用气及城市道路建设三不误的目的,是高压天然气管线在不停输情况下进行换管施工作业的一次典型的成功范例。